Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.4, Winter 2022, P. 521-533
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۳۳-۵۲۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

بررسی اثر اسید هیومیک و اسید آمینه به صورت کود آبیاری بر صفات رشدی خیار 'سوپر دامینوس' (*Cucumis sativus* L.) تحت تنش خشکی

میثم نجفی[۱]- حسین آرویی[۲]*- محمدحسین امینی فرد[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۲

چکیده

مواد هیومیکی از طریق تولید هورمون‌های مختلف و نگهداری رطوبت در خاک کارایی مصرف آب در گیاه را افزایش می‌دهند. در شرایط نامساعد محیطی عمل ساخت اسیدهای آمینه متوقف می‌شود که مصرف اسیدهای آمینه به صورت کود، نیاز ساخت آن را توسط گیاه برطرف می‌کند و این امکان را به گیاه می‌دهد که انرژی ذخیره شده خود را صرف رشد بیشتر و بالا بردن عملکرد و کیفیت محصول نماید. به منظور بررسی تاثیر موادهیومیکی و اسید آمینه بر خصوصیات کمی و کیفی خیار مزرعه‌ای رقم 'سوپر دامینوس' در شرایط خشکی آزمایشی در باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد طراحی و اجرا گردید. این مطالعه به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تکرار انجام شد. عامل اول کوددهی در چهار سطح (شاهد، کاربرد اسید هیومیک در غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام، کاربرد اسید آمینه گلایسین و گلوتامیک اسید به میزان ۶ لیتر در هکتار و کاربرد توام اسید هیومیک در غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام و اسید آمینه گلایسین و گلوتامیک اسید به میزان ۶ لیتر در هکتار) و عامل دوم دور آبیاری در سه سطح ۳، ۵ و ۷ روز بود. با توجه به نتایج مشخص گردید که اعمال تنش خشکی در خیار صفات رشدی مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار داد. بدین صورت که با افزایش دور آبیاری از ۳ به ۷ روز، طول ریشه، قطر ساقه، وزن خشک بوته، طول میانگره و سطح برگ به شدت کاهش یافت. کاربرد اسید هیومیک به تنهایی در سطح تنش متوسط، طول ریشه (۲۳/۹۹ سانتی‌متر) را بهبود بخشید. کاربرد توام اسید هیومیک و اسید آمینه منجر به بهبود قطر ساقه (۱۲/۴۴ میلی‌متر)، طول میانگره (۳۰/۳۸ میلی متر) و وزن خشک بوته (۴۶/۴۳ گرم) در سطح تنش متوسط شد. در هنگام کاربرد اسید هیومیک به تنهایی و یا در ترکیب با اسید آمینه در سطح تنش متوسط، سطح برگ در گیاه حدود دو برابر افزایش یافت. وزن تر بوته، تعداد ساقه فرعی و طول بوته با افزایش سطح تنش نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. کاربرد توام اسید هیومیک و اسید آمینه نسبت به سایر تیمارهای آزمایش منجر به افزایش وزن تر بوته (۱۷۴/۴۴ گرم)، تعداد ساقه فرعی (۶/۷۲ گرم) و طول بوته (۹۶/۴۵ سانتی‌متر) نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) شد. صفات مرتبط با عملکرد مورد مطالعه در آزمایش به شدت تحت تاثیر اعمال تنش قرار گرفت. کاربرد اسید هیومیک وزن خشک میوه و قطر میوه را در سطح متوسط تنش بهبود بخشید. به طور کلی مشخص گردید که اعمال دور آبیاری هفت روز، رشد گیاه و تولید میوه را به شدت تحت تاثیر قرار داده و کاربرد انواع مختلف کود نتوانست در این سطح موثر واقع شود. اما در سطح تنش متوسط خشکی کاربرد اسید هیومیک توانست تا حدودی از اثرات منفی تنش بکاهد. به طور کلی، اسیدهیومیک و اسیدآمینه در شرایط تنش متوسط به منظور متعادل کردن اثرات نامطلوب تنش، قابل استفاده می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: دور آبیاری، عملکرد، صفات مورفولوژیک

مقدمه

بیش از ۴۰ درصد از اراضی جهان در شرایط خشک یا نیمه خشک قرار دارد (۱۲). در ایران ۵۱ میلیون هکتار اراضی مستعد کشاورزی وجود دارد که متأسفانه به دلیل اینکه بخش زیادی از آنها در ناحیه‌ی کم باران و خشک قرار گرفته‌اند فقط ۵/۱۸ میلیون هکتار در تولید محصولات کشاورزی استفاده می‌شود (۵۸). خشکی نوعی تنش آبی است که در ارتباط با دیگر تنش‌ها از جمله تنش درجه حرارت بالا، تنش شوری و تنش سرما می‌باشد و عموماً همراه با آن‌ها نمایان می‌گردد (۱۲). برخی مطالعات نشان داده است که تنش ناشی از کمبود آب، سبب کاهش رشد قسمت‌های مختلف گیاه اعم از

۱ و ۲- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: aroiee@um.ac.ir)
۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
DOI: 10.22067/JHS.2021.61892.0

ریشه‌ها و اندام هوایی، کاهش سطح برگ، ارتفاع، وزن خشک، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز و تعرق، تخریب آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و تغییر در سنتز پروتئین‌ها، تجمع اسیدهای آمینه و کاهش کلروفیل می‌شود (۶۱). تحقیقاتی مبنی بر بهبود رشد گیاه در شرایط تنش توسط مواد هیومیکی گزارش شده است. طاهری و رستمی (۶۵) بیان کرده‌اند که در شرایط تنش شوری مواد هیومیکی سبب بهبود وزن تر برگ، اندام هوایی و افزایش سطح برگ و طول ریشه در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) شده است. احتمال بر این است که مواد هیومیکی از طریق تولید هورمون‌های اکسین، سیتوکینین و جیبرلین سبب کاهش اثرات تنش شوری و افزایش کارایی مصرف آب توسط گیاه می‌شوند (۴). اسید هیومیک با نگهداری رطوبت در خاک باعث کاهش اثرات تنش خشکی می‌شود (۵۷). در شرایط نامساعد محیطی بیوسنتز اسیدهای به سختی انجام می‌شود که مصرف اسیدهای آمینه به صورت کود، نیاز ساخت آن را توسط گیاه برطرف می‌کند و این امکان را به گیاه می‌دهد که انرژی ذخیره شده خود را صرف رشد بیشتر و بالا بردن عملکرد و کیفیت محصول نماید (۴۸). در تحقیقی که توسط کرمی و همکاران (۳۸) انجام شد مشخص گردید که کاربرد کودهای زیستی در گیاه دارویی گاوزبان سبب بهبود صفات کمی و کیفی تحت تنش کم آبی شده است (۳۴). کاربرد اسید هیومیک و اسید فولویک در گیاه شعمدانی توانست صفات رشدی در گیاه را نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش دهد (۱). بر اساس آزمایشات صورت گرفته، میزان ایده‌آل ماده آلی خاک‌های کشاورزی حدود ۴ تا ۶ درصد است که در سرزمین‌های خشک و کویری همچون ایران، این میزان بسیار کم بوده در حالی که مواد آلی عامل اصلی بارورسازی خاک می‌باشند (۳۱). بر همین اساس در ایران بجز نواحی ساحلی خزر میزان ماده آلی خاک زیر ۱ درصد و در بسیاری از نقاط حتی زیر ۰/۱ درصد است (۳۱). نکته حائز اهمیت اینجاست که مواد هوموسی ۸۰ درصد ماده آلی خاک را تشکیل می دهند، در نتیجه توانایی قابل توجه کودهای هیومیکی در ارتقاء سریع سطح بارورسازی خاک کاملاً قابل تشخیص است (۳۱). اسید هیومیک به عنوان اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی، سبب افزایش بیومس ریشه و اندام هوایی می‌شود. مواد آلی نقش اساسی در کیفیت خاک دارند؛ مواد هوموسی به‌عنوان مهمترین بخش مواد آلی به طور مستقیم روی رهاسازی عناصر غذایی، ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت بافری فسفر و ابقاء مولکول‌های آلی فلزی و سمی نقش اساسی دارند (۱۹). کاربرد اسید هیومیک در گیاه خیار به صورت اسپری و مصرف خاکی صفات رشدی، کیفیت و عملکرد میوه را بهبود بخشید (۶۰). در پژوهشی دیگر کاربرد اسید هیومیک در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر عملکرد خیار را ۱۴/۸۸ درصد افزایش داد (۲۷). اسید هیومیک نقش مستقیمی در تعیین پتانسیل تولیدی خاک دارد. مواد هیومیکی به روش‌های مختلفی می‌تواند تاثیر مثبتی بر رشد گیاه داشته باشد. اسیدهیومیک باعث افزایش جذب نیتروژن بوسیله گیاهان می‌شود و جذب Ca، Mg، P و K را تحریک کرده و افزایش می‌دهد (۲۶). اسید هیومیک با افزایش سطح ریشه می‌تواند سبب افزایش جذب و دسترسی به نیتروژن، توسط گیاه شود (۵۵ و ۵۶). فاطمی و همکاران (۱۸) بیان کرده‌اند که استفاده از اسید هیومیک سبب افزایش وزن‌تر و خشک برگ و همچنین تعداد شاخه جانبی در گیاه ریحان شده است. کاربرد مواد هیومیک در لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata*) افزایش وزن خشک برگ، ساقه، گل و نیز وزن‌تر گیاه را سبب شد چرا که شرایط فتوسنتزی گیاه را بهبود بخشید (۷). مصطفی و همکاران (۴۷) گزارش کرده‌اند که کاربرد غلظت‌های مختلف مواد هیومیکی در بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) افزایش تعداد برگ در بوته را در پی داشته است. در تحقیق کارکورت و همکاران (۳۳) مشخص گردید که کاربرد مواد هیومیکی در فلفل (*Capsicum annum* L.) تاثیر مثبتی بر رشد و خواص کمی و کیفی داشته است. در پژوهشی دیگر کاربرد مواد هیومیکی سبب افزایش طول ریشه در هویج (*Daucus carota*) نسبت به شاهد شده است (۶۷). تاثیر اسیدهای آمینه به عنوان تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان توسط پژوهشگران مختلفی مورد بررسی قرارگرفته است. اسپری گلوتامین در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) تعداد برگ، تعداد ساقه جانبی و همچنین وزن تر و خشک بوته را نیز بهبود بخشید و منجر به افزایش اسیدهای آمینه آزاد در برگ‌ها گردید (۶۸). در جو (*Hordeum vulgare*) محلول‌پاشی اسیدآمینه عملکرد دانه گیاه را در مقایسه با تیمار شاهد بهبود بخشید (۲۹). همچنین، در شمعدانی عطری (*Pelargonium graveolens*) استفاده از اسیدآمینه گلایسین بتائین در شرایط تنش، شرایط نامطلوب رشد در گیاه را کاهش داد (۴۹). اکنون مشخص شده است که گیاهان قادرند از اسیدهای آمینه به عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند. در مناطق سرد، اسیدهای آمینه به عنوان منبع مهمی از نیتروژن مطرح هستند. این ترکیبات در وضعیت آزاد همچون ذرات باردار عمل می‌کنند و وقتی در شرایط مناسب وارد گیاه شوند وارد سلول شده و به دلیل خلوص بالا، در فرآیندهای متابولیکی گیاه استفاده می‌شوند. نقش اسیدهای آمینه در تامین نیتروژن گیاه در مزارعی که فعالیت‌های میکروبی آن کم است، قابل توجه می‌باشد. همچنین این ترکیبات می‌توانند به عنوان تنظیم کننده‌های رشد، فعالیت‌های متابولیکی گیاه را تحت تاثیر قرار دهند. اسیدهای آمینه روی جذب نیتروژن از خاک تاثیر گذاشته و باعث کاهش و یا افزایش آن می‌شوند. این ترکیبات همچنین روی فعالیت آنزیم‌های موثر در آسیمیلاسیون نیتروژن در گیاه تاثیر گذاشته و منجر به کاهش تجمع نیترات در گیاه می‌شوند. اسیدهای آمینه با تاثیر بر افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی، افزایش غلظت کلروفیل و در نتیجه تاثیر بر فتوسنتز بر رشد و عملکرد گیاهان موثر واقع می‌شوند. با توجه به

شرایط پیش رو در کشاورزی، خشکی اصلی‌ترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی در حال و آینده می‌باشد (۱۳). با توجه به مطالب ذکرشده بحث خشکسالی به مسأله‌ای جدی برای تولیدکنندگان بخش کشاورزی در سال‌های اخیر تبدیل شده است، به نحوی‌که در بسیاری از مناطق، منابع آب به حداقل مقدار خود رسیده است، سطح آب در سفره‌های زیرزمینی نیز کاهش یافته است و همچنین کیفیت آب نامطلوب شده است. برای مقابله با بحران کم آبی راهکارهای گوناگونی ارائه شده است. استفاده از عواملی که قدرت رشد گیاه را در شرایط تنش‌زا افزایش داده و عملکرد را بهبود بخشد، روشی مفید و موثر خواهد بود. کاربرد انواع مختلف کودهای شیمیایی اثرات مخرب و زیان‌آوری برای محیط زیست داشته و امروزه با توجه به مبحث کشاورزی پایدار و به حداقل رساندن اثرات مخرب زیست محیطی کاربرد انواع مختلف مواد آلی از جمله ترکیبات هیومیکی و اسیدهای آمینه به صورت کود در گیاهان به منظور بهبود رشد و عملکرد گیاه توصیه می‌گردد. این ترکیبات علاوه بر بهبود رشد گیاه تاثیرات فراوانی بر ساختار خاک و جذب عناصر غذایی از خاک دارند. با توجه به مزایای بیشمار این ترکیبات، هدف از این پژوهش بررسی اثر اسید هیومیک و اسیدآمینه به صورت کود آبیاری بر صفات رشدی خیار تحت تنش خشکی است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر روی گیاه خیار رقم 'سوپر دامینوس'، آزمایشی در محل مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۴-۹۵ انجام شد. این مطالعه به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تکرار انجام شد. عامل اول کوددهی در چهار سطح (شاهد، کاربرد اسید هیومیک با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام، کاربرد اسید آمینه گلایسین و گلوتامیک اسید به میزان ۶ لیتر در هکتار (۱:۱) و کاربرد توام اسید هیومیک با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام و اسید آمینه گلایسین و گلوتامیک اسید به میزان ۶ لیتر در هکتار و عامل دوم دور آبیاری در سه سطح ۳، ۵ و ۷ روز بود. میزان آب مورد استفاده در هر تیمار بر اساس نیاز آبی گیاه ۶۰ لیتر بر هکتار بود. کشت در شهر مشهد با عرض جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه طول شمالی در ارتفاع ۹۸۹ متری از سطح دریا انجام شد. مشهد از نظر شرایط آب و هوایی جزء مناطق خشک و نیمه خشک است. متوسط بارندگی سالیانه حدود ۲۵۵/۲ میلی‌متر بوده و میانگین حداقل و حداکثر متوسط دما به‌ترتیب ۸/۹ و ۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. قبل از شروع آزمایش و پس از انتخاب زمین نمونه خاک تهیه و تجزیه های فیزیکی و شیمیایی بر روی آن انجام گرفت. جوی‌هایی به فاصله ۲ متر از هم، عمق ۴۰ سانتی‌متر، عرض ۵۰ سانتی‌متر و طول ۲۰ متر ایجاد شد. آبیاری زمین انجام شد و به دنبال گاورو شدن زمین در امتداد داغ آب روی یک طرف پشته ها به فاصله ۵۰ سانتی متر از هم، بذور خیار روی لبه پشته های قطعه آزمایشی، به صورت کپه‌ای (۵-۴ بذر در هر کپه) در اردیبهشت ماه کشت شد. پس از مرحله ۴ برگی اعمال تیمارها (کوددهی) شروع شد. اعمال تیمارها همزمان با آبیاری گیاهان صورت گرفت. آبیاری با استفاده از مخازن تعبیه شده در هر ردیف رشد گیاه انجام شد. در انتهای آزمایش صفات مورفوفیزیولوژیکی اندازه‌گیری و ثبت شد. برای اندازه‌گیری طول ریشه و طول بوته، طول میانگیره و قطر ساقه از کولیس استفاده گردید. سطح برگ توسط دستگاه سطح برگ‌سنج (USA، Model Li-COR_1300) اندازه‌گیری شد. وزن تر و خشک (قرارگیری در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) بوته و میوه در انتهای آزمایش با استفاده از ترازو دیجیتال (دقت ۰/۰۰۱) اندازه‌گیری و ثبت شد. سفتی بافت میوه نیز در انتهای آزمایش اندازه‌گیری شد (FACCHINI-48011 ALFONSINE, ITALY). متوسط قطر میوه و متوسط طول میوه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری گردید. عملکرد گیاه با برداشت میوه به صورت روز در میان و توزین خیارهای برداشت شده در طول دوره از هر تیمار و در پایان دوره با تقسیم کردن میانگین وزن خیار بر تعداد بوته محاسبه و ثبت شد. به منظور اندازه‌گیری متوسط وزن تر میوه به طور تصادفی چند عدد خیار از هر تکرار جدا گردیده و در آزمایشگاه با استفاده از ترازو مدل GF-300 با دقت ۰/۰۰۱ توزین و ثبت گردید. وزن خشک میوه نیز پس از قرار گیری در آون با دمای ۷۰ درجه‌سانتی‌گراد با استفاده از ترازو اندازه‌گیری و ثبت گردید. تجزیه‌ی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار JMP-8 انجام شد و مقایسه‌ی بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و ترسیم نمودارها و جدول‌ها و نمایش اطلاعات نیز توسط نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

جدول ۱- تجزیه خاک مورد استفاده در آزمایش
Table 1- Analysis of the soil used in the experiment

بافت خاک Soil texture	پتاسیم (mg.kg^{-1})	فسفر (mg.kg^{-1})	نیتروژن کل (mg.kg^{-1})	EC (dS.m^{-1})	pH
لومی Loam	409	56.6	1498	3.98	7.56

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که طول ریشه تحت تاثیر اثر ساده و متقابل تیمارهای آزمایش قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به نتایج مشخص گردید که افزایش فواصل بین هر آبیاری، کاهش طول ریشه را در پی داشت؛ به طوری‌که افزایش دور آبیاری از ۳ روز به ۷ روز یکبار، طول ریشه را حدود ۳۰ درصد کاهش داد. کاربرد اسید هیومیک به تنهایی در سطح متوسط تنش توانست طول ریشه را بهبود بخشد. در بالاترین سطح تنش (دور آبیاری ۷ روز) کاربرد انواع مختلف کودها نتوانست رشد گیاه را بهبود بخشد (جدول ۳). قطر ساقه نیز تحت تاثیر اثر متقابل کاربرد کود در شرایط تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۲). اعمال تنش خشکی به گیاه از طریق افزایش فواصل آبیاری، قطر ساقه در گیاه را نسبت به تیمار شاهد در حدود ۵۰ درصد کاهش داد. در مقابل کاربرد توام اسید هیومیک و اسید آمینه در دور آبیاری ۵ روز قطر ساقه را افزایش داد (جدول ۳). طول میانگره در گیاه تحت تاثیر اثر متقابل تنش خشکی و کاربرد تیمارهای کودی مختلف قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین طول میانگره در شرایط کاربرد اسید هیومیک به تنهایی در دور آبیاری سه روز یکبار مشاهده و ثبت گردید. با اعمال تنش خشکی طول میانگره در گیاه کاهش یافت و کمترین مقدار آن در تیمار دور آبیاری هفت روز و عدم کاربرد کودهای آلی حاصل شد. کاربرد تیمارهای کودی مختلف توانست در شرایط تنش (افزایش دور آبیاری) طول میانگره را بهبود بخشد. در هر دو سطح تنش کاربرد توام اسید هیومیک و اسید آمینه طول میانگره را افزایش داد (جدول ۳). همچنین وزن خشک بوته در شرایط تنش تحت تاثیر تیمارهای کودی مختلف قرار گرفت (جدول ۲)؛ بدین ترتیب که بیشترین وزن خشک بوته در تیمار کودی ترکیب اسید هیومیک و اسید آمینه در شرایط عدم تنش و کمترین مقدار آن در شرایط دور آبیاری هفت روز و عدم کاربرد تیمار کودی ثبت شد. کاربرد ترکیب اسید اهیومیک و اسید آمینه با یکدیگر توانست در هر دو سطح اعمال تنش، وزن خشک بوته را نسبت به تیمار عدم کاربرد کود افزایش دهد (جدول ۳).

قرارگیری گیاه در شرایط تنش خشکی، سطح برگ گیاه را به شدت کاهش داد. کاربرد ترکیب اسید هیومیک و اسید آمینه در سطوح مختلف تنش (متوسط و شدید) سطح برگ در گیاه را افزایش داد و از کاهش سطح برگ ممانعت به عمل آورد. این نکته قابل ذکر است که سطح برگ تحت تنش به شدت کاهش یافت اما کاربرد ترکیبی این دو کود توانست از کاهش شدید سطح برگ در شریط تنش نسبت به تیمار عدم کاربرد کود در شرایط تنش جلوگیری کند و سطح برگ در گیاه را بهبود بخشد (جدول ۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مرتبط با طول بوته، تعداد ساقه فرعی و وزن تر بوته نشان داد که افزایش فواصل بین هر آبیاری منجر به کاهش ۵۰ درصدی این صفات نسبت به تیمار شاهد (دور آبیاری هفت روز یکبار) گردید (جدول ۴). در مقابل اثر ساده کاربرد کودهای اسید هیومیک و اسید آمینه بر این صفات تاثیر گذار بود. کاربرد انواع مختلف کود به تنهایی و یا به صورت ترکیبی افزایش طول بوته و تعداد شاخه فرعی در گیاه را نسبت به تیمار شاهد در پی داشت (جدول ۵). تنها تیمار ترکیبی اسید هیومیک و اسید آمینه توانست وزن تر بوته را نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد و بیشترین وزن تر بوته در گیاه را به خود اختصاص داد. کاربرد این کودها به تنهایی تاثیر معنی‌داری در وزن تر بوته نداشت (جدول ۵).

مقدار آب در دسترس گیاهان بر صفات رشدی آن تاثیر می‌گذارد. با افزایش دور آبیاری در این گیاه پارامترهای رشد رویشی کاهش یافتند. بدون شک این امر به دلیل کمبود آب در دسترس گیاه حاصل شده است. تنش خشکی منجر به بسته شدن روزنه‌ها، پژمردگی گیاه، کاهش آماس، کاهش مقدار آب و پتانسیل کل برگ گردیده که نتیجه آن کاهش تقسیم سلولی به خصوص در ساقه و برگ می‌باشد. در نتیجه اولین اثرات کم‌آبی در گیاهان را می‌توان در اندازه کوچکتر برگ‌ها و ارتفاع کمتر آن‌ها نسبت به شرایط عادی مشاهده نمود (۲۸، ۵۳ و ۵۶). ارتفاع بوته نشانه‌ای از میزان رشد رویشی است که می‌تواند به طور قابل توجهی تحت تنش کم آبی قرار گرفته و کاهش یابد (۲۱). کوتاه شدن فواصل میانگره‌های ساقه و کاهش جذب کافی آب و عناصر غذایی در طی تنش خشکی از دلایل کاهش ارتفاع در گیاه می‌باشد (۳۶). تنش خشکی در گیاهان مختلفی از جمله گلرنگ (*Carthamus tinctorium*) (۵۴)، گندم (*Hordeum vulgare*) (۳) موجب کاهش ارتفاع گیاه گردیده است. گلایسین بتائین به دلیل افزایش هدایت روزنه‌ای، افزایش فتوسنتز، افزایش تورژسانس سلولی بعد از تماس آن با پروتئینی که دارای یک لایه جذب آب می‌باشد و به دنبال آن افزایش طویل شدن سلول، افزایش ارتفاع در گیاه را سبب می‌گردد (۵، ۳۷ و ۳۹). اسیدهیومیک با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و همچنین با قدرت کلات کنندگی، افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش محتوی نیتروژن سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌گردد (۸، ۴۲ و ۵۰). افزایش ارتفاع در گیاه در اثر کاربرد اسید هیومیک در گیاه نعناع‌فلفلی (*Mentha piperita* L.)، فلفل (*Capsicum annuum*) و بادمجان (*Solanum melongena*) تایید شده است (۶). با تشدید تنش خشکی در گیاهان و به دنبال آن کاهش فتوسنتز در برگ‌ها، نیاز قندی به منظور تنظیم اسمزی در گیاه افزایش یافته و در پی آن رشد ریشه متوقف می‌گردد (۴۵). با افزایش فواصل آبیاری در گیاه، سلول‌های آغازین تشکیل شده جهت تولید انشعابات اولیه ساقه کاهش یافته که در نتیجه آن تعداد ساقه فرعی در گیاه نیز کاهش می‌یابد (۱۱). کاربرد اسید هیومیک بر رشد ریشه در

گیاه نعناع فلفلی (۶) و بنت گراس (*Agrostis stolonifera*) (۳۸) موثر بود. قطر ساقه در گیاه تعیین کننده مقاومت گیاه در برابر انواع آسیب‌های محیطی است (۳۵). یکی از دلایل کاهش قطر ساقه کمبود آب قابل دسترس به دلیل کم آبی یا تنش خشکی است (۴۶). کاهش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها در پس اعمال تنش خشکی، کاهش سطح برگ و میزان فتوسنتز گیاه را سبب می‌شود (۲۲). در پژوهشی کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول‌پاشی افزایش سطح برگ را سبب گردید. این افزایش احتمالا به دلیل افزایش دوام سطح برگ گیاه و طولانی‌تر شدن تجمع ماده خشک در برگ صورت گرفت (۲۰). در شرایط نرمال (عدم وجود تنش خشکی) پتانسیل فشاری لازم برای توسعه سلول و تقسیم آن موجود می‌باشد. در نتیجه رشد و توسعه سلول و همچنین فعالیت متابولیسمی در سلول‌های ریشه افزایش می‌یابد و به دنبال آن جذب عناصر غذایی لازم برای رشد گیاه افزایش می‌یابد. اما در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش جذب عناصر غذایی مهم از جمله فسفر، پتاسیم، نیتروژن و کلسیم سرعت رشد ریشه کاهش یافته و به دنبال توسعه اندام هوایی نیز کاهش می‌یابد. در نتیجه از مقدار فتوسنتز و تولید در گیاه نیز کاسته می‌شود (۲۴). در این پژوهش نیز با اعمال تنش خشکی در گیاه وزن تر و خشک اندام هوایی در گیاه نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. با کاربرد اسید هیومیک و اسید آمینه به صورت کود آبیاری اثرات تنش خشکی در گیاه مورد مطالعه کاهش یافت. مطالعات آزمایشگاهی نشان داد که گلایسین بتائین باعث پایداری و استحکام ساختارها و فعالیت‌های آنزیمی و ترکیبات پروتئینی می‌شود و پایداری دیوارهٔ سلولی در مقابل اثرات آسیب رسانی ناشی از تنش‌های محیطی از جمله فعالیت‌های آن به شمار می‌رود (۲۳). چنین به نظر می‌رسد که مواد آلی و ترکیباتی هیومیکی از جمله اسید هیومیک از طریق تأثیرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی، افزایش غلظت کلروفیل برگ، افزایش متابولیسم در درون سلول‌ها و افزایش دوام بافت‌های فتوسنتز کننده (افزایش دوام برگ‌ها) منجر به افزایش عملکرد تولیدی و بیوماس تولید در گیاهان می‌گردد (۴۴). علاوه بر این، کودهای آلی جذب عناصر مورد نیاز برای رشد گیاه از جمله: فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیوم را افزایش می‌دهند (۶۴) که این امر بهبود رشد اندام هوایی در گیاه را سبب می‌شود (۱۷). این ترکیبات به دلیل جذب بهتر آب و انتقال مواد غذایی قادر هستند در شرایط تنش، از کاهش رشد ریشه و ساقه ممانعت کنند (۴۳). همچنین خاصیت شبه هورمونی ترکیبات هیومیکی یکی دیگر از دلایل افزایش رشد ساقه در گیاه می‌باشد (۶۳). این ترکیبات با تغییر در ساختار خاک، افزایش تکثیر سلولی در گیاه، بهبود ساختمان خاک، فراهم‌آوری عناصر غذایی، افزایش نفوذپذیری خاک به آب و هوا، افزایش جمعیت میکروبی خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی شرایط رشد ریشه را بهبود بخشیده که این امر منجر به بهبود رشد اندام هوایی گیاه در شرایط تنش می‌گردد (۱۴ و ۶۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمار کودی بر صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده خیار رقم 'سوپر دامینوس' تحت تاثیر تنش خشکی

Table 2- ANOVA (mean squares) for the effect of fertilizer on morphological traits of cucumber cv. Super Dominus under drought stresss

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	طول ریشه Root lenght	طول بوته Plant height	طول میانگره Internode lenght	قطر ساقه Stem diameter	سطح برگ Leaf area
بلوک Block	5	3.101^{ns}	982.42**	44.51**	1.05^{ns}	64.4^{ns}
تنش Stress	2	1127.77**	13009.3**	1896.62**	273.04**	103369.9**
تیمار کودی Treatment	3	77.99**	2577.13**	100.03**	1.07^{ns}	7580.1**
تنش × تیمار S×T	6	44.43**	71.41^{ns}	10.23**	1.36*	1026.0**
خطا Error	55	4.08	76.70	3.55	0.53	148.9

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن تر بوته Shoot fresh weight	وزن خشک بوته Shoot dry weight	تعداد ساقه فرعی Branch number	تعداد میانگره Internode number
بلوک Block	5	6971.19**	548.74**	6.15**	0.35^{ns}
تنش Stress	2	40114.7**	1125.61**	64.66**	0.26^{ns}
تیمار کودی Treatment	3	9016.06**	974.12**	12.05**	0.48^{ns}
تنش × تیمار S×T	6	983.52^{ns}	30.94*	1.53^{ns}	0.18^{ns}
خطا Error	55	471.71	9.91	0.73	0.28

** معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns عدم معنی‌دار شدن

**Significant at 1% of probability level, * Significant at 5% of probability level, ns: Non-significant

جدول ۳- اثر مقابل کاربرد تیمارهای کودی مختلف × تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک خیار رقم 'سوپر دامینوس'

Table 3- The interaction effect of different fertilizer treatments × drought stress on morphological traits of cucumber cv. Super Dominus

دورآبیاری Irrigation (Day)	تیمار کودی Treatment	طول ریشه Root length (cm)	قطرساقه Stem diameter (mm)	وزن خشک بوته Shoot dry weight (g)	طول میانگره Internode length (mm)	سطح برگ Leaf area (cm^3)
3	Control شاهد (عدم استفاده)	22.62de	13.93a	34.47ef	31.99c	127.50c
	اسید هیومیک Humic acide ($200\ mg.l^{-1}$)	33.52a	13.09abc	50.07b	37.55a	165.86b
	اسید آمینه Amino acid ($6\ l.ha^{-1}$)	25.66c	13.38ab	45.40cd	35.06b	161.42b
	هیومیک اسید($200\ mg.l^{-1}$) + اسید آمینه ($6\ l.ha^{-1}$) HA×AA	28.82b	13.05bc	54.92a	36.43ab	188.68a
5	Control شاهد (عدم استفاده)	20.91ef	11.13e	28.07g	24.50e	59.52d
	اسید هیومیک Humic acide ($200\ mg.l^{-1}$)	23.99cd	11.51e	41.78d	26.17de	115.27c
	اسید آمینه Amino acid ($6\ l.ha^{-1}$)	21.11ef	11.82de	42.32d	26.92d	68.51d
	هیومیک اسید($200\ mg.l^{-1}$) + اسید آمینه ($6\ l.ha^{-1}$) HA×AA	20.06f	12.44cd	46.43bc	30.38c	114.20c
7	Control شاهد (عدم استفاده)	14.91g	6.50f	24.47g	14.50h	19.84f
	اسید هیومیک Humic acide ($200\ mg.l^{-1}$)	13.96g	6.57f	32.78f	17.17g	38.42e
	اسید آمینه Amino acid ($6\ l.ha^{-1}$)	11.48h	7.15f	35.40ef	16.92g	22.84f
	هیومیک اسید($200\ mg.l^{-1}$) + اسید آمینه ($6\ l.ha^{-1}$) HA×AA	15.53g	7.29f	37.43e	21.38f	38.06e

اعدادی که حروف یکسانی دارند فاقد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD هستند.

The same letters indicate the no significant difference at 5% of probability level based on LSD test.

جدول ۴- اثر تنش خشکی بر وزن تر بوته، تعداد ساقه فرعی و طول بوته خیار رقم 'سوپر دامینوس'

Table 4- The effect of drought stress on height, branch number and shoot fresh weight of cucumber cv. Super

دورآبیاری Irrigation (day)	طول بوته Height (cm)	تعداد ساقه فرعی Branch number	وزن تر بوته Shoot fresh weight (g)
3	104.35 a	7.29 a	184.37 a
5	89.32 b	4.95 b	148.83 b
7	58.67 c	4.12 c	102.83 c

اعدادی که حروف یکسانی دارند فاقد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD هستند.

The same letters indicate the no significant difference at 5% of probability level based on LSD test.

جدول ۵- اثر تیمار کودی مختلف بر طول بوته، تعداد ساقه فرعی، وزن تر بوته و عملکرد خیار رقم 'سوپر دامینوس'

Table 5- The effect of different fertilizers application on height, branch number, shoot fresh weight and yield of cucumber cv. Super Dominus

تیمار کودی Treatment	طول بوته Height (cm)	تعداد ساقه فرعی Branch number	وزن تر بوته Shoot fresh weight (g)	عملکرد Fruit yield (kg/plant)
Control شاهد (عدم استفاده)	68.14 c	4.33 c	128.05 b	5.04 b
اسید هیومیک Humic acide ($200\ mg.l^{-1}$)	83.12 b	5.50 b	128.55 b	5.68 a
اسید آمینه Amino acid ($6\ l.ha^{-1}$)	88.74 ab	5.72 ab	149.33 b	5.90 a
هیومیک اسید($200\ mg.l^{-1}$) + اسید آمینه ($6\ l.ha^{-1}$) HA×AA	96.45 a	6.72 a	175.44 a	5.65 a

اعدادی که حروف یکسانی دارند فاقد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD هستند.

The same letters indicate the no significant difference at 5% of probability level based on LSD test.

به نظر می‌رسد کاربرد اسید هیومیک و اسید آمینه به صورت کود آبیاری در آزمایش توانست به دلیل عوامل ذکر شده، اثرات حاصل از تنش را کاهش داده و رشد گیاه را در شرایط تنش بهبود بخشد. نتایج بررسی اثر اسید هیومیک بر روی فلفل نشان داد که وزن تر و خشک بوته با کاربرد اسید هیومیک افزایش یافت (۲۵).

با بررسی صفات مرتبط با عملکرد گیاه مشخص گردید که اعمال دور آبیاری هر هفت روز یکبار از تولید میوه در گیاه به طور کلی ممانعت کرد و در نتیجه صفات مرتبط با عملکرد گیاه تنها در دو

سطح از دور آبیاری اندازه‌گیری، ثبت و مقایسه شد. با توجه به تجزیه واریانس داده‌های مرتبط با وزن تر و خشک میوه مشخص گردید که کاربرد تیمارهای کودی مختلف در شرایط تنش خشکی بر این صفات تاثیرگذار بود (جدول ۶). اعمال تنش خشکی و افزایش دور آبیاری از ۳ با ۵ روز وزن تر و خشک میوه را به شدت کاهش داد. به طوریکه در دور آبیاری هر هفت روز یکبار تشکیل میوه در گیاه صورت نگرفت. کاربرد ترکیبات آلی از جمله اسید هیومیک در دور آبیاری ۵ روز یکبار توانست از کاهش وزن تر و خشک میوه نسبت به تیمار شاهد جلوگیری کند (جدول ۷). اثر متقابل تیمارهای آزمایش در صفات سفتی بافت میوه، قطر میوه و طول میوه نیز معنی‌دار گردید (جدول ۶). کاربرد اسید هیومیک به تنهایی و یا در ترکیب با اسید هیومیک در شرایط اعمال تنش خشکی توانست اثرات ناشی از تنش را تعدیل کرده و سفتی بافت میوه را بهبود بخشید (جدول ۷). قطر و طول میوه نیز تحت تاثیر تنش خشکی به شدت کاهش یافت. کاربرد اسید هیومیک به همراه اسید آمینه طول میوه در شرایط تنش را بهبود بخشید (جدول ۷). عملکرد میوه در گیاه خیار نیز تحت تاثیر اثرات ساده تنش خشکی و کاربرد تیمارهای کودی مختلف قرار گرفت و معنی‌دار شد (جدول ۷). اعمال تنش خشکی و افزایش دور آبیاری کاهش عملکرد میوه را سبب شد (جدول ۸). همچنین کاربرد تیمارهای کودی مختلف به تنهایی یا کاربرد توام با یکدیگر توانست عملکرد میوه را نسبت به تیمار شاهد بهبود بخشد؛ اما تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایش مشاهده نگردید (جدول ۵).

تنش خشکی اثرات مشهودتری بر صفات زایشی گیاه نسبت به دیگر صفات رشدی گیاه دارد (۵۲). همراه با افزایش دور آبیاری در گیاه، کمبود آب بر عملکرد مراحل مختلف رشدی از جمله فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه تاثیر گذاشته و از سرعت آن‌ها می‌کاهد (۳۰). کاهش میزان فتوسنتز در برگ به دلیل کاهش نسبی آماس سلول‌های محافظ روزنه و به دنبال آن کاهش جذب دی‌اکسید کربن از دیگر اثرات کاهش آب در دسترس گیاه و تنش خشکی است (۹). تمامی این عوامل از رشد مطلوب در گیاه جلوگیری کرده و عملکرد و تولید میوه و همچنین کیفیت تولید میوه در گیاه را کاهش می‌دهند. کاربرد ترکیبات آلی از جمله اسید هیومیک در این شرایط به تنهایی و یا در ترکیب با اسید آمینه توانست صفات مرتبط با عملکرد مورد مطالعه در گیاه در را در شرایط تنش (افزایش دور آبیاری) بهبود بخشد. کاربرد این ترکیبات در گیاه به دلیل فراهم‌آوری مواد غذایی مورد نیاز رشد گیاه، سطح برگ در گیاه و دوام آن را افزایش داده که در نتیجه آن سطح فتوسنتز در گیاه و تولید مواد غذایی مورد نیاز رشد میوه را افزایش می‌دهد (۲۰). با تولید بیشتر اسیدنوکلوئیک و در دسترس بودن اسیدهای آمینه، تکثیر سلولی در کل گیاه و از جمله ریشه افزایش می‌یابد. از طرف دیگر کاربرد این ترکیبات در خاک، با ایجاد فضای بیشتر و مطلوب‌تر در جهت نفوذ آب و همچنین پیوند این ترکیبات با مولکول‌های آب، از تبخیر آب کاسته و مدت زمان مصرف آن توسط گیاه افزایش می‌یابد (۱۷، ۳۲ و ۵۹). با کاهش تبخیر از سطح خاک، فرصت جذب آب و موادغذایی توسط گیاه بیشتر بوده و انتقال مواد فتوسنتزی در گیاه راحت‌تر صورت می‌گیرد. اسیدهای آمینه باعث افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی می‌شود (۵۱). افزایش ترکیبات آلی نیتروژن‌دار همچون اسیدهای آمینه سرعت رشد و تولید بیومس گیاه را به دلیل افزایش غلظت کلروفیل و افزایش میزان فتوسنتز بهبود می‌بخشد. که در نتیجه آن عملکرد گیاه نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد. گلوتامیک اسید به عنوان عامل اسموتیک سیتوپلاسم در سلول‌های محافظ روزنه، بر باز و بسته شدن آن‌ها موثر است (۶۶).

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کاربرد کود بر صفات مرتبط با عملکرد در خیار رقم 'سوپر دامینوس' تحت تاثیر تنش خشکی

Table 6- ANOVA (mean squares) for the effect of fertilizer application on yield-related traits in cucumber cv. Super Dominus under drought stresss

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک میوه Fruit dry weight	وزن تر میوه Fruit fresh weight	سفتی بافت میوه Fruit tissue firmness	عملکرد میوه Fruit yield	قطر میوه Fruit diameter	طول میوه Fruit length
Block بلوک	5	1.11ns	335.46^{ns}	0.34^{ns}	1.87^{**}	0.10^{ns}	0.10^{ns}
Treatment تیمار	3	3.81^{*}	740.59^{ns}	1.27^{*}	1.63^{**}	2.02^{**}	20.01^{**}
Stress تنش	1	0.63^{ns}	1330.88^{*}	0.67^{ns}	7.20^{**}	0.90^{**}	21.36^{**}
S×T تنش × تیمار	3	3.80^{*}	7.12^{**}	1.35^{*}	0.02^{ns}	0.86^{**}	5.09^{**}
Error خطا	35	1.21	278.146	0.39	0.18	0.10	0.40

** معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns عدم معنی‌دار شدن

Significant at 1% of probability level, * Significant at 5% of probability level, ns: Non-significant**

جدول ۷- اثر متقابل کاربرد تیمارهای مختلف کودی × تنش خشکی بر برخی صفات مرتبط با عملکرد در خیار رقم 'سوپر دامینوس'

Table 7- The interaction effect of different fertilizerapplication × drought stress on some yield-related traits in cucumber cv. Super Dominus

دور آبیاری Irrigation (Day)	تیمار کودی Treatment	وزن خشک میوه Fruit dry weight (g)	وزن تر میوه Fruit fresh weight (g)	سفتی بافت میوه Fruit tissue firmness	قطر میوه Fruit diameter (cm)	طول میوه Fruit length (cm)
3	Control (عدم استفاده) شاهد	2.74c	39.51d	5.25a	2.91cd	10.70ef
	(200 mg.l^{-1}) Humic acide اسید هیومیک	4.89a	84.40a	4.63ab	3.21bc	11.05de
	(6 l.ha^{-1}) Amino acid اسید آمینه	3.70abc	61.80bc	4.45b	4.28a	14.75a
	هیومیک اسید+ اسید آمینه HA (200 mg.l^{-1})×AA (6 l.ha^{-1})	3.81abc	79.97ab	4.25bc	3.31b	12.84b
5	Control (عدم استفاده) شاهد	4.17ab	64.13bc	4.45b	3.06bcd	10.06f
	(200 mg.l^{-1}) Humic acide اسید هیومیک	4.13ab	55.24cd	4.61ab	3.43b	10.55ef
	(6 l.ha^{-1}) Amino acid اسید آمینه	3.13bc	54.38cd	3.70c	3.45b	11.48cd
	هیومیک اسید+ اسید آمینه HA (200 mg.l^{-1})×AA (6 l.ha^{-1})	2.78c	49.78cd	4.86ab	2.68d	11.91c

اعدادی که حروف یکسانی دارند فاقد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD هستند.

The same letters indicate the no significant difference at 5% of probability level based on LSD test.

جدول ۸- اثر تنش خشکی بر عملکرد گیاه خیار رقم 'سوپر دامینوس'

Table 8- The effect of drought stress on plant yield of cucumber cv. Super Dominus

دور آبیاری (Day) Irrigation	عملکرد Fruit yield (kg.plant^{-1})
3	5.95 a
5	5.16 b

اعدادی که حروف یکسانی دارند فاقد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون LSD هستند.

The same letters indicate the no significant difference at 5% of probability level based on LSD test.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که اعمال تنش خشکی بر خیار، منجر به کاهش صفات رشدی و عملکرد شد. به طور کلی افزایش دور آبیاری از سه به هفت روز از رشد گیاه و تولید میوه در آن به طور کامل ممانعت کرد و کاربرد انواع مختلف کودهای آلی از جمله اسید هیومیک و اسید آمینه نتوانست اثرات منفی ناشی از اعمال تنش را کاهش داده و رشد گیاه را بهبود بخشد. در سطح تنش متوسط (دور آبیاری هر پنج روز) کاربرد اسید هیومیک به تنهایی توانست تعدادی از صفات رشدی مورد مطالعه را در شرایط اعمال تنش و کمبود آب بهبود بخشد. در برخی صفات از جمله طول بوته، تعداد ساقه فرعی، وزن تر بوته و عملکرد گیاه کاربرد توام اسید هیومیک و اسید آمینه توانست نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود) موثر واقع گردد. صفات مرتبط با عملکرد در آزمایش نیز تحت تاثیر کاربرد اسید هیومیک به تنهایی و کاربرد ترکیب با اسید آمینه در شرایط اعمال تنش قرار گرفتند و وزن خشک میوه، طول میوه و سفتی بافت میوه در این شرایط بهبود یافت. به طور کلی، استفاده از مواد هیومیکی و اسید آمینه در گیاه خیار در شرایط تنش متوسط (دور آبیاری ۵ روز) با هدف کاهش اثرات ناشی از اعمال تنش خشکی و بهبود صفات رشدی توصیه می‌گردد.

منابع

1. Abaszadeh Faruji R., Shoor M., TehraniFar A., Abedi B., and Safari N. 2018. Effects of Humic Acid and Fulvic Acid on some Morphological Characteristics of Geranium. Journal of Horticultural Science 32(1): 35-50.
2. Abe N., Murata T., and Hirota A. 1998. Novel 1,1-diphenyl-2-picryhy- drazyl- radical scavengers, bisorbicillin and demethyltrichodimerol, from a fungus. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 62: 661-662.
3. Agboma M., Jones M. G. K., Peltonen-Sainio P., Rita H. and Pehu E. 1997. Exogenous glycinebetaine enhances grain yield of maize, sorghum and wheat grown under two supplementary watering regimes. Journal of Agronomy

and Crop Science 178: 29-37.
4. Amiri M.B., Rezvani moghadam P., Ehyayi H.R., and Norozian A. 2010. Effect of humic acid and different salinity levels on germination and seedling growth indices of two wheat cultivars (Chamran, Azar). The first national conference of environmental stresses in agricultural science. February. Birjand. University of Birjand.
5. Arakawa T., and Timasheff S.N. 1983. Preferential interactions of proteins with solvent components in aqueous amino acid solutions. Archives of Biochemistry and Biophysics 224: 169 177.
6. Asgari M., Habibi D., and Naderi Boroujerdi Gh. 2011. Study of application of vermicompost, growth stimulating bacteria and humic acid on growth parameters of peppermint (*Mentha piperita* L.) in Markazi province. Journal of Agronomy and Plant Breeding 7(4): 41-54. (In Persian)
7. Astaraei A.R., and Ivani, R. 2008. Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition if cowpea plant. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 3(3): 352-356.
8. Ayas H. and Gulser F. 2005. The Effect of sulfur and humic on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal of Biological Sciences 5(6): 801-804.
9. Baghkhani, F. and Farahbakhsh, H. 2008. Effects of drought stress on yield and some physiological traits of three spring safflower cultivars. Agriculture Journal: Water, Soil and Plant in Agriculture 8(2):45-57. (In Persian).
10. Bates L., Waldren R., and Teare I. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil 39(1): 205-207.
11. Behdani M.A., and Jami al-Ahmadi M. 2009. Response of spring safflower cultivars to different irrigation intervals in Birjand. Iranian Journal of Agricultural Research 8(2): 315-323. (In Persian)
12. Boutraa, T., 2010. Improvement of water use efficiency in irrigated agriculture: A review. Journal of Agronomy 9: 1–8.
13. Boyer J .S., and Westgate, M. E. 2004. Grain yields with limited water. Journal of Experimental Botany 55: 2385 - 2394.
14. Bronick E.J. and Lai R. 2005. Soil structure and management: a review. Geoderma 124: 3-22.
15. Carrol H.V., Longley R.W., and Roe J.H. 1956. The determination of glycogen in liver and muscle by use of anthrone reagent. The Journal of Biological Chemistry 220: 583-93.
16. Dere S., Gines T., and Sivaci R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll a, b and total carotenoied content of some algae species using different solvent. Turkish Journal of Botany 22: 13-17.
17. Erkossa T., Stahr K., and Tabor G. 2002. Integration of organic and inorganic fertilizers: effect on vegetable productivity. Ethiopian Agricultural Research Organization, DebreZeit Agricultural Research Centre, Ethiopia 82: 247-256.
18. Fatemi H., Ameri Y., Aminifard M.H., Aroui H. 2011. Effect of humic acid on essential oil and vegetative properties of basil. 1st National Conference on New Concepts in Agriculture. Saveh. Islamic Azad University.
19. Ghamani A., Esmailpour B., Pour birmi hir Y., Maleki Ljayer H., and Saadati A. 2012. Investigation the effects of thidiazouron and humic acid on postharvest life of cut alstroemeria aurantifolia cv. "konyambe". Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology) 26(2): 147-152.
20. Ghorbani S., Khazaei H., Kafi M., Banayan aval M., and Sadeghi Shoghagh M. 2013. Effect of different levels of humic acid levels on yield, yield components and corn growth indices. Journal of Crop Research 5(4): 325-337. (In Persian)
21. Gomes Sanchez D.V., Annozzi G.P., Baldini M., Tahamasebi Enferadi S., and Dell Vedove G. 2000. Effect of soil water availability in sunflower lines derived from interspecific crosses. Italian Journal of Agronomy 371-387.
22. Gorgini Shabankareh H., Sabouri F., Saedi F., and Fakheri B.A. 2017. Effects of Different Levels of Humic Acid on Growth Indices and Essential Oil of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) under Different Irrigation Regimes. Journal of Crop Science Research in Arid Regions 1(2): 166-176.
23. Gorham J. 1995. Betaines in higher plants biosynthesis and role in stress metabolism. In: Amino Acids and Their Derivatives in Higher Plants, (ed.) R. M. Wallsgrove., Cambridge University Press., Cambridge., PP. 171–203.
24. Gregory P.J. 2006. Plant Roots (Growth, Activity and Interaction with Soils), Black well Publishing 35: 150-173.
25. Gulser F., Sonmez F., and Boysan S. 2010. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seed ling growth under saline condition. Journal of Environmental Biology 31: 73-876.
26. Haghparast R., Zangane Sh., and Rajabi R. 2012. Effect of seed treatment with humic and fulvic acid on wheat germination under drought stress. 06th National Conference on New Ideas in Agriculture. Khurasegan. Islamic Azad University.
27. Haidar Al-madhagi I. 2019. Effect of humic acid and yeast on the yield of greenhouse cucumber. Journal of Horticulture and Postharvest Research 2(1): 67-82.
28. Harper S.M., Kerven G.L., Edwards D.G., and Ostatek-Boczynski Z. 2000. Characterisation of fulvic and humic acids from leaves of *Eucalyptus camaldulensis* and from decomposed hay. Soil Biology 32: 1331-1336.
29. Hassani, A., and Amiri M.R. 2017. Effect of foliar application of amino acids on nitrogen use efficiency, grain yield and quality of barley. Applied field Crops Reserch 29(3): 76-86.
30. Jabari M., and Ebadi Gh. 2011. Effect of supplemental irrigation on the absorption of elements, water relations and

assessment of marsh infestation in safflower under Ardebil conditions. Journal of Environmental Tensions in Crop Sciences 3(2): 115-127. (In Persian)

31. Jeyhooni M. 2010. Comprehensive study of humic substances and their application in agriculture. Technical Journal 3.
32. Jing-min Z., Shang-jun X., Mao-peng S., Bing-yao M., Xiu-mei C., and Chunsheng L. 2010. Effect of Humic Acid on Poplar Physiology and BiochemistryProperties and Growth underDifferent Water Level. Journal of Soil and Water Conservation.
33. Karakurt Y., Unlu H., and Padem H. 2009. The influence of foliar and soli fertiizationn of humic acid on yeild and quality of pepper. Plant Soli Science 59(3): 233-237.
34. Karami A., and Sepehri A. 2013. Effects of Application of Nitroxin and Biophosphate on the Nutrient Use Efficiency and Harvest Index of (*Borago officinalis* L.) UnderWater Deficit Stress. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production 23(3): 144-156.
35. Khaninejad S., Kafi, M., Khazaei H., Shabahang J., and Nabati J. 2013. Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on characteristics and forage yield of Kochia (*Kochia Scoparia*) in irrigation with two salinity levels. Iranian Journal of Agricultural Research 11(2): 275-282. (In Persian)
36. Kirnak C., Kaya I., and Higgs D. 2001. The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in egg plants. Plant Physiology 27: 34-46.
37. Kumar V., and Sharma D.R. 1989. Effect of exogenous proline on growth and ion content in NaCl stressed and nonstressed cells of mungbean, *Vigna radiata* var. radiate. Indian Journal of Experimental Biology 27: 813-815.
38. Liu C., Cooper R.J., and Bowman D.C. 1996. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. Crop Science 36: 471- 482.
39. Ma X.L., Wang Y.J., Xie S.L., Wang C., and Wang W. 2007. Glycinebetaine application ameliorates negative effects of drought stress in tobacco. Russian Journal of Plant Physiology 54: 472–479.
40. Marcum K.B. 1998. Cell memberance theromotability and whole-plant heat tolerance of Kentucky. Crop Science 38: 1214-1218.
41. McDonald S., Prenzler P.D., Autolovich M., and Robards K. 2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. Food Chemistry 73: 73-84.
42. Mirhajian A. 2012. What is humic acid? News, Analysis, Training and Agricultural Engineering of Monthly 33: 7-16.
43. Moghbeli T., and Arvin M.J. 2014. Effect of seed preparation with growth regulators on germination, growth and yield of Melon fruit. Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products 4(14): 23-33. (In Persian)
44. Mojaddam M., Dashti M., and Derogar N. 2016. Effect of humic acid and nitrogen fertilizer application on quantitative and qualitative characteristics and nitrogen use efficiency of spring corn. Iranian Journal of Field Crops Research 8(1).
45. Mokhtari A., and Baradaran R. 2011. Effect of drought stress on some growth indices of *Satureja hortensis*. The First Regional Conference on Ecophysiology of Crop Plants.Islamic Azad University of Shushtar. Shushtar, Iran. 317-319. (In Persian)
46. Mousavifar B., Behdani M., Jami al-ahmadi M., and Hoseini Bajd M.S. 2011. The effect of limited irrigation on some morphological traits and biological yield of spring safflower cultivars. Journal of Environmental Tensions in Crop Sciences 3(2): 105-114. (In Persian)
47. Mustafa P., Türkmen O., and Dursun A. 2010. Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions. African Journal of Biotechnology 9(333) 5343-5346.
48. Naghdibadi H., Labafi M.R., Ghavami M., Ghaderi A., Abdoosi V., Agharabparast M.R., and Mehrafarin A. 2015. Responses of Quality and Quantity Yield of Garden Thyme (*Thymus vulgaris* L.) to Foliar Application of Bio-stimulator Based on Amino Acids and Methanol. Journal of Medicinal Plants 2(54): 146-158.
49. Naiebzadeh M., Haakimi L., and Khalighi A. 2019. Investigating the effect of glycine betaine and humi-forthi on morpho-physiological and biochemical properties *Pelargonium graveolens* under water stress. Journal of Plant Production (Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources) 26(3): 37-56.
50. Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., and Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry 34: 1527-1536.
51. Nasooti Miandoab R., Samavat S., and Tehrani M.M. 2010. Humic acid fertilizer on plants and soil properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry 101: 53-55. (In Persian)
52. Rafiei F., Kashani A., Mamghani R., and Golchin A. 2005. Effect of irrigation steps and nitrogen application on yield and some morphological characteristics of sunflower golshid hybrid. Journal of Agricultural Sciences of Iran 7(1): 44-54. (In Persian)
53. Rahimizadeh M., Kashani A., Zare Fizabady A., Madani H., and Soltani E. 2010. Effect of micronutrient fertilizers on sunflower growth and yield in drought stress condition. Electronic Journal of Crop Production 3(1): 57-72.

54. Rasti A., Safari M., and Maghsoudimood Gh.A. 2014. Effect of organic and chemical fertilizers on performance indices and safflower performance components under drought stress. Scientific Journal of Irrigation and Water Engineering 5(18): 69-80. (In Persian)
55. Sabzevari S., Khazai H.R., and Kafi M. 2009. The Effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agroecology 1(2): 52-63.
56. Salahvarzi Y., Tehranifar A., and Ghazanchian A. 2008. Investigation of physiomorphologic changes of native and foreign green foliage, in drought stress and irrigation again. Iranian Journal of Horticultural Engineering 9: 193-204. (In Persian)
57. Salehi B., Bagherzade A., and Ghasemi M. 2010. Effect of humic acid organic matter on growth characteristics, yield and yield components of three tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* L.). Journal of Agroecology 2(4): 640-647.
58. Samia E.S.S. 2008. Effect of salinity and osmatic stresses on some economic plants. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 4(2): 159-166.
59. Sebastiano D., Roberto T., Ersilio D., and Arturo A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Journal of Agriculture Research 25(2): 183- 191.
60. Shafeek M.R., and Omar N. 2016. Effect of spraying or ground drench from humic acid on growth, total output and fruits nutritional values of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under plastic house conditions. International Journal of Pharmtech Research 9(12): 52-57.
61. Sharafzadeh S., and Zare M. 2011. Effect of Drought Stress on Qualitative and Quantitative Characteristics of Some Medicinal Plants from Lamiaceae Family; Advances in Environmental Biology 5(8): 2058-2062.
62. Sharif M., Khattak R.A., and Sarir M.S. 2002. Effect of different levels of lignitic coal drived humic acid on growth of maize plants. Communication in Soil Science and Plant Analysis 33(19-20): 3567-3580. (In Persian)
63. Singer M.J., and Bissonnais L.Y. 1998. Importance of surface sealing in the erosion of some soils from a Mediterranean climate. Geomorphology 24(1): 79-85.
64. Taghadosi M., Hasani N., and Sinky J. 2012. Disruption of irrigation and spraying stress with humic acid and algae extract on antioxidant enzymes and propylene in forage sorghum. Journal of Crop Production in Environmental Conditions 4(4): 1-12. (In Persian)
65. Taheri Gh., and Rostami M. 2013. Effect of humic acid on vegetative growth and proline content of basil (*Ocimum basilicum* L.) under different salinity conditions. The first national conference on salinity stress in palnts and developing strategies for saline agriculture. 12 and 13 September. Azarbaijan Shahid Madani University.
66. Tan K.H. 2003. Humic Matter in Soil and the Environment. Marcel Dekker, New York. 480p.
67. Taylor G., and Cooper L. 2004. Humic acid: The root to healthy plant growth. California State Science Fair, 1610.
68. Yunsheng L., El-Bassiony A.M., Fawzy Z.F., and El-Awadi M.E. 2015. Effect of Foliar Spray of Glutamine on Growth, Yield and Quality of Two Snap Bean Varieties. Journal of Agriculture Science and Engineering 1(2): 39-45.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.4, Winter 2022, P. 521-533
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۳۳-۵۲۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effects of Humic Acid and Amino Acid on some Growth Traits on Super Daminus Cucumber (*Cucumis sativus* L.) under Drought Stress

M. Najafi[1]- H. Arouiee[2]*- M.H. Aminifard[3]
Received: 24-06-2020
Accepted: 02-06-2021

Introduction: The deficiency of organic matter in the soil is one of the factors limiting cultivating and growing of plants. While the organic matter is the main factor of soil fertility and the ideal organic matter content of agricultural soils is about 4-6% according to the experiments performed, this amount is very low in arid and desert areas such as those in Iran. The significant capability of humic fertilizers in the rapid improvement of soil fertilization level is quite recognizable. Humic acid has a direct role in determining the producing potential of the soil. Humic substances can have a positive effect on plant growth in different ways. Humic acid results in an increasing nitrogen uptake by plants and stimulates and enhances the uptake of Ca, Mg, P, and K. By enhancing the resistance to environmental stresses, increasing chlorophyll concentration and thus affecting photosynthesis, amino acids are effective in plant growth and yield. Given the conditions that agriculture faces, drought is the main limiting factor of agricultural production in the present and future. Research has reported that the improvement of plant growth under stress conditions by application of humic substances and amino acid. The use of these factors that increase plant growth in stressful conditions and improve yield is a useful and effective method. The aim of this study was to investigate the effect of organic fertilizers on growth traits of cucumber plants under drought stress.

Materials and Methods: In order to explore the effect of drought stress on cucumber plant, an experiment was carried out in the research field of agriculture faculty of Ferdowsi University of Mashhad in 2015-2016. This study was performed as a factorial design in a completely randomized block design with three replications. The first factor was fertilization at four levels (control, humic acid application (200 ppm), glycine amino acid and glutamic acid application (6 liters per hectare), and combined application of humic acid (200 ppm), glycine amino acid and glutamic acid (6 liters per hectare), and the second factor was irrigation at three levels of 3, 5 and 7 days. Furrows with 2 m apart, 40 cm deep, 50 cm wide and 20 m long were created. Following the soil irrigation, the cucumber seeds were planted on the edge of the experimental hills (4-5 seeds per hill) that were spaced 50 cm apart. The treatments were applied via irrigation at specified concentration. At the end of the experiment Morphophysiological traits were measured.

Results and Discussion: The results showed that drought stress reduced fresh and dry weights of plant, a number of branches, root length, stem length, and internode length. The amount of available water to plants affects their growth traits. Increasing irrigation interval decreased vegetative growth parameters in this plant, which is undoubtedly due to the lack of water available to the plant. Drought stress leads to stomata closure, plant wilt, swelling reduction, and reduced water content and total potential of the leaf, resulting in decreased cell division, especially in shoots and leaves. As a result, the first effects of dehydration in plants can be seen in their smaller leaf size and lower height than normal conditions. The highest level of drought stress (7 days) decreases all the traits. Unfortunately, the use of humic acid and acid amine had no effect on the highest levels of stress (7 days). The application of humic acid alone could improve the effects of drought stress on the plant. Humic acid enhances plant growth by affecting plant cell metabolism as well as chelating power, increasing nutrient uptake, and increasing nitrogen content. Experimental studies have shown that glycine betaine strengthens enzymatic structures and activities and protein components, and cell wall stability against the damaging effects of environmental stresses is considered to be one of its activities. It seems that organic matter and humic compounds including humic acid through positive physiological effects including effects on plant cells metabolism, increased leaf chlorophyll concentration, increased metabolism within cells, and increased durability of photosynthetic tissues (Increasing leaf durability) leads to increase of production performance and biomass production in plants.

1 and 2- Graduated from Master of Horticultural Sciences and Associate Professor, Department of Horticultural Science and Landscape, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.
(*- Corresponding Author Email: aroiee@um.ac.ir).
3- Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Birjand University
DOI: 10.22067/JHS.2021.61892.0

Conclusion: The use of humic acid alone led to improved leaf area, root length, and other traits. These factors caused an improvement in the photosynthetic rate in the plant, resulting in improved yield and growth under drought stress conditions (increased irrigation intervals). The protective and moderating role of the humic acid application under drought stress is one of the reasons for growth improvement by these compounds. In general, the combined application of humic acid and amino acid in the form of irrigation fertilizer in cucumber under drought stress improved growth traits and prevented yield reduction.

Keywords: Irrigation, Morphological traits, Yield